Tome 10

N° 1 - 1961

PHYTIATRIE PHYTOPHARMACIE

N.C.P.
C.R.A.M.
I.N.R.A.

Revue Trimestrielle
MARS 1961
PRIX : 8 NF

COMMONWEALTH MYCOLOGICAL INSTITUTE
31 JUL 1961

PHYTIATRIE - PHYTOPHARMACIE

Revue Scientifique Trimestrielle publiée par la Société Française de Phytiatrie et de Phytopharmacie

COMITÉ DE RÉDACTION

Secrétaire : M. G. VIEL, Directeur du Laboratoire de Phytopharmacie C.N.R.A., route de St-Cyr, Versailles (S.-et-O.).

Membres : MM. L. BOUYX, Ingénieur en chef des Services agricoles. Chef du Service de la Protection des Végétaux.
le Professeur R. FABRE, Membre de l'Académie des Sciences, Doyen de la Faculté de Pharmacie.
P. LIMASSET, Professeur de Botanique et de Pathologie Végétale à l'Ecole Nationale d'Agriculture de Montpellier.
H. RENAUD, Ingénieur Agronome, Membre du Comité d'Etudes Phytosanitaires.
R. RÉGNIER, Docteur-ès-Sciences, Directeur de Recherches honoraire à l'I.N.R.A.
B. TROUVELOT, Docteur-ès-Sciences, Directeur Central de Recherches de Zoologie Agricole à l'I.N.R.A.
C. VEZIN, ingénieur général honoraire de l'Agriculture.

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DE PHYTIATRIE
ET DE PHYTOPHARMACIE

Siège Social : 57, boulevard Lannes, PARIS (XVI[e])

Tél. TRO. 12-34 C.C.P. Paris 8204-03

Président : M. G. VIEL, Directeur de recherches à l'I.N.R.A.

Secrétaire Général : M. H. RENAUD, Ingénieur Agronome

Tome 10 No 1 -- 1961

PHYTIATRIE-PHYTOPHARMACIE

Revue française de Médecine et de Pharmacie des Végétaux

SOMMAIRE

L. Caresche. — *La protection du Cotonnier contre les insectes nuisibles dans le Sud-Ouest de Madagascar* 3

R. Delattre. — *Etudes sur le parasitisme et les traitements antiparasitaires du Cotonnier en Afrique* 13

J. Legal. — *Note phytosanitaire sur la culture du Cotonnier au Maroc. Etat actuel du parasitisme et possibilités de lutte* 27

Simone Dormal et P. Nangniot. — *Etude de la persistance des résidus d'étain organique sur Céleris frais et stérilisés* 39

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/phytiatrie-phythopharmacie_1961_10_1

L. CARESCHE, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 10, 3-12, 1961.

LA PROTECTION DU COTONNIER CONTRE LES INSECTES NUISIBLES DANS LE SUD-OUEST DE MADAGASCAR

par Louis CARESCHE

INTRODUCTION

On procédait déjà, il y a plus de 50 ans, à des essais de culture cotonnière à Madagascar. Mais ces premières tentatives n'eurent point de suite et la principale raison en fut sans doute la gravité des dommages qu'opéraient les insectes. Ce fait donne un relief particulier à la question de la protection du cotonnier contre ses ennemis à Madagascar, qui est maintenant entrée dans une voie propice au développement de la culture grâce aux progrès accomplis dans le domaine des insecticides.

L'expérimentation cotonnière à Madagascar n'a été reprise avec envergure qu'en 1953. Bien que la surface cultivée soit déjà notable, il s'agit donc d'une production encore au stade du démarrage et des recherches.

L'action cotonnière, bien que tendant à se diversifier, se situe actuellement à Madagascar dans deux régions principales : celle des berges de la Betsiboka et celle du secteur Sud-Ouest.

Nous limiterons pratiquement cet exposé au secteur Sud-Ouest qui est de beaucoup le plus important, le plus riche d'avenir, semble-t-il, et le seul dont nous ayons une expérience personnelle.

Le secteur Sud-Ouest forme un triangle qui s'étend, grosso-modo, de Tuléar au fleuve Mangoky - qui par ses alluvions et son eau en constitue l'attrait principal - en passant par Ankazoabo, à l'Est.

La partie prépondérante de ce secteur est encore côtière ou subcôtière.

Ce secteur, situé à la limite du Tropique austral, comporte une saison pluvieuse, de novembre à mars inclus, brève, faible et très variable et ensuite une longue saison sèche au cours de laquelle la température s'abaisse très sensiblement, atteignant sont minimum en juillet. Il s'agit donc d'une région fortement insolée, aride, parcourue par des vents vifs et réguliers mais subissant, sur le littoral,

l'influence maritime. Près de la côte, les rosées nocturnes sont abondantes.

La culture du cotonnier est pratiquée sur des alluvions fluviatiles ou sur un type très particulier de sol dit « sables roux ».

Il est à noter que les champs de cotonnier sont environnés par des cultures telles que maïs, pois du cap ou arachide qui servent elles-mêmes d'hôtes aux insectes du cotonnier ou, plus généralement, par de la « brousse » (friches, savane, bush ou forêts xérophiles) dans laquelle abondent les plantes spontanées hôtes de ces insectes.

La culture cotonnière est généralement irriguée, sauf dans le périmètre d'Ankazoabo où la pluviométrie est, en principe, suffisante.

On ne cultive que du coton « moyenne soie », en fait, jusqu'à présent, seuls un Acala, sous irrigation, et un Stoneville en culture sèche.

La période culturale s'étend normalement de décembre à fin juillet. Si le cotonnier est maintenu au-delà, c'est, en quelque sorte, en « survie » et pour prolonger la récolte.

Les rendements obtenus, depuis la reprise de l'expérimentation dans le secteur Sud-Ouest de Madagascar, sont des plus encourageants. Avec une bonne technique, désormais connue, on peut compter sur une récolte, selon les terrains, de 2 à 3 tonnes de coton-graine par hectare. En outre, la qualité de la fibre est excellente.

La superficie cultivée pour la campagne 1959-60 est d'environ 1.300 hectares.

LES INSECTES NUISIBLES

Le cotonnier à Madagascar, selon la règle malheureusement ordinaire pour cette Malvacée, est grandement tributaire des insectes. Ceux-ci appartiennent aux ordres classiques ennemis des cultures. Ne considérant que l'aspect pratique du présent exposé, nous les grouperons en *insectes nuisibles à la levée,* puis en *rongeurs des feuilles, perforateurs des organes fructifères* et, enfin, *piqueurs.* S'ajoutent, en outre, à ces insectes, comme pestes du cotonnier, des *Myriapodes* et *Acariens.*

Les insectes nuisibles à la levée se manifestent en attaquant surtout les racines et la tige de la plantule. Ce sont des coléoptères terricoles à régime alimentaire varié : *Gonocephalum simplex* Fabr. et *Zophosis Madagascariensis* Deyrolle. A ce stade, sévit également parfois, d'après les observations de R. Delattre, un Myriapode : *Scaphiostreptus* Sp.

Les rongeurs de feuilles forment un vaste groupe où interviennent occasionnellement des *Acridiens* comme *Nomadacris septemfasciata* Serv., *Catantops malagassus* Karny, *Gastrimargus marmoratus* Thunb et, d'une façon habituelle, des *Curculionides* polyphages, principalement des genres *Catalalus* et *Iphisomus,* ainsi que plu-

sieurs espèces de chenilles à gamme alimentaire étendue comme *Laphygma exigua* Hb et *Prodenia litura* Fabr. ou inféodées aux malvacées : *Aconthia graellsi* Feisth et *Cosmophila flava* F. Ces insectes phyllophages sont susceptibles d'attaquer le cotonnier pendant toute la phase végétative, les charançons et les noctuelles polyphages étant particulièrement agressifs au début, et de prolonger leur action pendant la phase fructifère. En 1956, on a pu observer encore au mois de mai une légion de chenilles d'*Aconthia* et de *Cosmophila* sur des cotonniers qu'elles défoliaient complètement.

Les insectes perforateurs des organes fructifères (boutons, fleurs et capsules à tous stades) comprennent un minuscule charançon, *Apion fumosum* Hust, d'importance réduite, et les classiques chenilles perforatrices qui sont, à Madagascar : *Heliothis armigera* Hb., les *Earias* et *Platyedra gossypiella* Saund. ou « ver rose ». *Heliothis armigera* est le plus grave destructeur de la fructification du cotonnier et le principal ennemi de cette culture à Madagascar, en raison de sa fréquence et de la persistance de ses attaques qui peuvent intervenir pendant toute la période fructifère. Les chenilles « épineuses » du genre *Earias* (*E. insulana* Wlk et *E. biplaga* Boisd), qui minent non seulement les capsules mais fréquemment aussi les pousses du cotonnier, sont également très redoutables. Cependant leurs périodes d'attaque sont plus restreintes que celles d'*Heliothis*. Enfin, le « ver rose », dans les conditions du secteur Sud-Ouest de Madagascar, n'apparaît que tardivement et, bien qu'il ne faille pas le négliger, a une importance secondaire. Nous noterons, par ailleurs, seulement pour mémoire la « teigne de la capsule », *Pyroderces simplex* Wlsm.

Les insectes piqueurs comprennent, d'une part, de nombreux Hémiptéroïdes et, d'autre part, des Thrips. Parmi les Hémiptères, on rencontre les punaises des genres *Nezara* ou voisins et, surtout, les classiques *Dysdercus*. Les *Dysdercus* (*D. flavidus* Sign. et *D. fasciatus* Sign.) trouvent dans les malvales spontanées du secteur Sud-Ouest (en particulier les Baobabs) un support de pullulation extrêmement favorable d'où ils émigrent en abondance sur les plantations de cotonnier. Ces punaises pyrrhocorides constituent un danger permanent pour la fructification du cotonnier. Enfin, citons en outre, d'après R. Delattre, les mirides des genres *Creontiades* et *Lygus*, assez nuisibles aux bourgeons foliaires et floraux en Afrique, mais très discrets dans la région qui nous intéresse.

En ce qui concerne les Homoptères, nous avons à mentionner le puceron, *Aphis gossypii* Glov. de faible importance, l'aleurode, *Bemisia tabaci* Genn. et la Cochenille blanche, *Ferrisiana virgata* Ckl. L'Aleurode et la cochenille blanche ne pullulent qu'en conditions propices (sénescence des cultures, destruction de leurs antagonistes par les traitements insecticides) mais *Ferrisiana virgata* peut ainsi se montrer très pernicieuse.

Enfin, parmi les Thrips qui fréquentent le cotonnier, R. Delattre a mis en évidence, à Madagascar, *Frankliniella Dampfi* Priesn. qui engendre des anomalies de développement portant préjudice à la fructification.

Quant aux acariens, représentés par l'espèce *Tetranychus neocaledonicus* Marc André, ils ne constituent un facteur nuisible qu'en cas de déficience des plantations.

Le complexe destructeur formé par les insectes nuisibles au cotonnier dans le Sud-Ouest de Madagascar jouit d'un potentiel particulièrement élevé et tel que, sans protection, la culture cotonnière ne produirait presque rien ou serait annihilée prématurément.

LA PROTECTION DE LA CULTURE :

Principes

Des précautions agronomiques adéquates telles que : choix de la variété, date de semis judicieuse (plutôt précoce en l'occurence), désherbage rapide et soigneux, contrôle de l'ampleur de la végétation, aménagement de l'association culturale elle-même, ainsi que les mesures prophylactiques classiques de destruction des cotonniers après la récolte et d'éradication des plantes hôtes spontanées ne doivent pas être négligées. Toutefois, la protection du cotonnier à Madagascar requiert impérativement, comme partout, l'intervention des insecticides.

Les insecticides à mettre en œuvre doivent évidemment être adaptés à la nature des insectes à combattre ainsi qu'aux conditions particulières de leur emploi.

Contre les *punaises piqueuses,* il y a lieu d'agir à la fois avec rapidité, pour limiter les dommages, et d'une façon durable pour empêcher l'infestation des plantations environnées par des « réserves naturelles » de ces insectes. Un insecticide de contact doué d'un pouvoir de choc et aussi rémanent que possible est donc indiqué.

Contre les phyllophages, il est également avantageux, en cas de forte infestation, notamment contre les Orthoptères et les Curculionides, de disposer d'une action insecticide rapide. Cependant, la rémanence tend à l'emporter en ce qui concerne les chenilles de *Cosmophila,* d'*Aconthia,* contre lesquelles on ne peut pratiquer de traitements incessants.

Contre les chenilles perforatrices, on doit considérer qu'il n'est pratiquement possible, dans l'état actuel des insecticides, de les atteindre que pendant leurs déambulations hors des organes fructifères qui sont leurs gîtes nutriciaux habituels et surtout pendant le jeune âge, car la résistance de ces chenilles aux insecticides croît rapidement avec leur taille. Il faut donc un insecticide de contact puissant et rémanent.

L'intervention insecticide sur le stade *papillon* des chenilles phyllophages et perforatrices du cotonnier ne doit pas être dédaignée. Comme ces espèces immigrent constamment dans les plantations à partir des hôtes cultivés ou spontanés environnants, une action de choc n'a qu'un intérêt temporaire. Par contre, comme certains de ces papillons, en sus de leur fréquentation de la plante pour la ponte, s'alimentent sur les tissus nectarifères du cotonnier, l'effet de contact rémanent peut être recherché. L'intérêt de l'effet répulsif à l'égard des femelles pondeuses a, en outre, été signalé par R. DELATTRE à propos des *Earias*.

L'action *ovicide* des produits n'est pas à perdre de vue, quoique sans élément positif jusqu'à présent.

En ce qui concerne les conditions d'application des produits insecticides, il faut tenir compte des éléments adverses de leur stabilité et persistance sur la plante : dans le cas présent, insolation, température élevée, vent, lessivage par la pluie et surtout par la rosée.

Il convient aussi de considérer qu'en pratique on ne peut recourir à un arsenal chimique trop complexe ni trop dangereux.

Enfin, le point de vue économique est aussi un élément essentiel du choix, d'autant plus important que les traitements qu'il faut appliquer sont nombreux.

Historique :

Lors de la reprise de l'expérimentation cotonnière à Madagascar, en 1953, ayant été chargé d'assurer la protection des essais culturaux, nous avons préconisé le DDT associé au HCH, combinaison alors classiquement utilisée, notamment en Afrique Orientale, contre le groupe d'insectes en cause. En outre, d'après les résultats obtenus en Afrique du Nord, nous avons fait aussi appel, contre les *Earias,* à la cryolithe.

Pour des raisons de commodité et de matériel disponible, les traitements étaient opérés en poudrage par engins terrestres (poudreuses manuelles ou motorisées) ou par avion.

Nous avions préconisé deux types de poudre insecticides, l'une contenant DDT 10 % + HCH isomère gamma 2 % et l'autre de même formule avec en complément, comme support, de la cryolithe synthétique.

Ces produits étaient épandus, en 5 ou 6 applications, depuis la formation des premiers boutons floraux jusque durant le développement de la fructification terminale, à raison de 15 à 20 kg de poudre par ha. et par traitement.

Alors que sans traitement les rendements eussent été dérisoires, ce programme d'intervention permettait d'obtenir des rendements considérés comme honorables à l'époque. C'est ainsi que sur le domaine d'Ankilimadinika, durant la campagne 1954-55, pour

une surface de 100 hectares, à la suite de six traitements aériens à base de DDT + HCH avec adjonction alternative de cryolithe, opérés de février-mars à mai-juin, on enregistra une production moyenne de 1.600 kg de coton-graine par hectare.

Toutefois, ce système de protection, dont le coût avoisinait alors 15.000 F.C.F.A. par ha, était loin d'être excellent car il n'assurait pas une sauvegarde suffisante de la première fructification et, en outre, exposait à de graves aléas par suite de l'infestation qu'il laissait subsister.

C'est ainsi que, durant la campagne cotonnière 1955-56, à la faveur de certaines défectuosités dans la lutte, une pullulation extraordinaire d'insectes se produisit et les rendements en coton graine tombèrent à 300 kg par ha.

Il était donc indispensable d'établir la protection du cotonnier sur des bases plus sûres et efficaces.

L'I.R.C.T. (Institut de recherches du Coton et des Textiles exotiques), dans ce but, avait commencé à apporter son concours à Madagascar en envoyant M. Robert Delattre en mission pour la campagne 1955-56. Depuis lors, cet entomologiste est revenu chaque année, de janvier à mai, à Madagascar et s'est principalement attaché à rechercher, par l'expérimentation, le perfectionnement de la protection insecticide du cotonnier. Nous avons coopéré, de notre côté, à cette action par la direction et le contrôle d'opérations pratiques de protection à grande échelle assorties d'observations sur l'efficacité des traitements et l'évolution des infestations.

Méthode actuelle

La méthode actuelle de protection s'est établie ainsi sur les bases suivantes :

L'insecticide endrine dont l'efficacité contre *Heliothis* avait déjà été remarquée aux U.S.A., a été introduit à Madagascar en 1956.

L'endrine est effectivement apparue comme légèrement supérieure au DDT à l'encontre d'*Heliothis*. En outre, l'endrine tue et déloge même les chenilles d'*Earias* dans leurs jeunes stades et, d'après Delattre, exercerait, de plus, un effet répulsif à l'égard des papillons de ce genre. L'endrine permet aussi davantage que le DDT d'éliminer le « ver rose ». En définitive, l'endrine s'est confirmée comme un insecticide polyvalent de puissance et de rémanence exceptionnelles, seul capable, jusqu'à présent, à Madagascar, de vaincre *Earias*, contre lequel DDT est peu actif. L'endrine pourrait ainsi suffire à assurer la protection de la culture cotonnière d'un bout à l'autre du développement.

L'inconvénient de l'endrine réside dans son prix élevé. Par contre, la toxicité de cette substance, que l'on redoutait, ne s'est pas manifestée en pratique, même au cours d'applications au pulvérisateur portatif, à la dose de 80 G. de matière active par hectolitre.

L'intérêt, déjà connu aux U.S.A. d'associer l'endrine au DDT a été confirmé par R. Delattre qui a mis en évidence qu'au sein de ce binôme chacun des constituants possède, vis-à-vis des chenilles du cotonnier, une action insecticide propre plus élevée qu'individuellement. Il est donc avantageux, sous le double rapport technique et économique, de joindre l'endrine au DDT. Delattre préconise 1 partie d'endrine pour 4 ou 5 parties de DDT. C'est ainsi que la dose de DDT nécessaire pour éliminer *Heliothis* sur des cotonniers à plein développement (hauteur 1 m - 1,20 m) qui est, dans les conditions du Sud-Ouest de Madagascar, de 3.000 g. de M.A. par hectare, peut être abaissée à 2.000 g. avec adjonction de 400 ou 500 g. d'endrine assurant, en outre, l'élimination des *Earias* et du Ver rose. Delattre estime même maintenant que la proportion d'endrine pourrait être abaissée à 1/7 ou 1/8 du DDT. Mais cette proportion nous paraît trop faible en pratique.

Des observations que nous avons faites sur l'efficacité rémanente, dans les champs de cotonnier, du DDT, de l'endrine et du binôme DDT - endrine, il résulte qu'en période de végétation active qui coïncide, rappelons-le, avec une température diurne élevée (28 à 31° C) et souvent une rosée nocturne abondante, même par le temps sec habituel, cette rémanence atteint au plus 8 à 10 jours et peut ne pas excéder 5 jours. Ceci confirme la nécessité des traitements fréquents pour parer au dépôt incessant d'œufs sur les cotonniers, par *Heliothis* et *Earias,* pendant cette période. Par contre, lorsque la température s'abaisse et que la végétation se ralentit, à partir du 15 mai, la rémanence s'allonge jusqu'à un mois et même davantage.

Le HCH, malgré l'intérêt prépondérant du DDT et de l'endrine, demeure un insecticide valable, en raison de son pouvoir de choc, pour la lutte contre les punaises et les phyllophages, notamment Orthoptères et Coléoptères. On l'emploie associé au DDT. En raison de la phytotoxicité du HCH pour le cotonnier, il faut en éviter les doses excessives et la forme lindane est préférable.

Les traitements répétés au DDT favorisent les pucerons, les aleurodes, la cochenille blanche et les tétranyques. L'endrine, en pulvérisation bien exécutée, tend à réduire les pucerons et aleurodes mais s'avère inefficace contre la cochenille blanche et l'acarien. Contre ces deux dernières « pestes », le malathion n'a pas non plus donné de résultat positif et la question de leur élimination par voie chimique demeure irrésolue; mais heureusement le maintien en bon état végétatif des cotonniers permet, en principe, de prévenir l'infestation. Signalons que R. Delattre estime que le malathion exerce un effet dépressif sur la fructification du cotonnier.

Les essais de lutte contre le Thrips, *Frankliniella Dampfi,* effectués par R. Delattre avec les insecticides classiques et systémiques se sont révélés infructueux jusqu'à maintenant.

Contre les insectes déprédateurs terricoles, nous conseillons l'emploi de l'aldrine, de préférence en application préventive, dans

les sillons de semis ou sur le sol, à la dose de 1 à 2 kg de MA. par hectare. Eu égard à sa phytotoxicité, il vaut mieux éviter le HCH pour cette utilisation.

Enfin, la pulvérisation a confirmé sa supériorité technique sur le poudrage, comme mode d'épandage. La pulvérisation permet de réaliser une couverture insecticide plus homogène et plus adhérente sur la plante. Malgré son prix de revient plus élevé que le poudrage et la sujétion de l'approvisionnement en eau, la pulvérisation a donc été adoptée comme mode principal de traitement du cotonnier à Madagascar. Les pulvérisations sont exécutées soit à la main, au moyen de pulvérisateurs portatifs à pression préalable, soit au motopulvérisateur sur tracteur enjambeur, soit par avion. Sur des cotonniers de taille adulte (période capsulaire), il faut, à la main, employer 1.000 - 1.200 litres de liquide par ha, tandis qu'avec l'enjambeur on emploie seulement 250 - 300 litres et, par avion, 70 litres. Grâce à l'aimable coopération du Service de la Défense des Cultures de Madagascar et de ses Chefs, M. Frappa puis M. Lauffenburger, une large expérimentation du traitement aérien en culture cotonnière a pu être réalisée depuis 1954 dans le secteur Sud-Ouest. Cette expérimentation nous a permis de préciser, dans ce cas, les normes d'emploi de l'avion, pour le type d'appareil dont on dispose jusqu'à maintenant à Madagascar (« Piper cub » de 150 CV. équipé, sous chaque aile, d'une rampe de 22 jets), et montré que l'avion pulvérisateur est un outil de traitement efficace pour la protection du cotonnier dans les conditions du secteur Sud-Ouest. Toutefois l'appareil utilisé jusqu'à présent n'assure pas un épandage aussi satisfaisant que les engins terrestres et nous hésitons encore, indépendamment des considérations de prix de revient, à recommander l'usage exclusif du traitement aérien dans la protection cotonnière.

En fonction des considérations qui viennent d'être exposées, le schéma de la protection du cotonnier dans le Sud-Ouest de Madagascar se présente comme suit, pour la culture irriguée.

Pendant la phase de germination et de levée, la protection des semences et des jeunes plantules contre les insectes terricoles, en cas de besoin ou systématiquement, doit être assurée par l'application d'aldrine comme nous l'avons déjà indiqué. En pratique, on recourt cependant parfois encore au HCH, bien que déconseillé, pour cette intervention.

Pendant la phase végétative, durant laquelle il importe de lutter contre les divers insectes phyllophages, on traite avec l'association DDT + HCH, à raison de, suivant taille croissante des cotonniers, en M.A. :

HCH gamma 150 à 400 g. par ha/traitement
DDT 1.200 à 2.800 g.

Ces interventions sont déterminées par l'infestation mais doivent être promptes. Il faut, en général, 2 ou 3 traitements qui sont recommandés en pulvérisation mais, à la rigueur (et en l'absence d'*Heliothis*), peuvent être opérés en poudrage, avec un « dust » de composition appropriée.

Pendant la phase préfructifère (à partir de l'ébauche de formation des boutons floraux) au cours de laquelle, aux insectes phyllophages viennent s'adjoindre les chenilles perforatrices (et, pour mémoire, *Apion*) ainsi que les punaises, on peut encore appliquer, au début, l'association DDT + HCH, à la dose générale de, en M.A. :

DDT 3.000 g.
HCH gamma 400 g. par ha/traitement

Cependant, il faut ensuite, et en tout cas dès que l'on constate *Earias,* faire intervenir endrine associée au DDT suivant la formule, en M.A.:

DDT 2.000 à 2.500 g.
endrine 400 à 500 g. par ha/traitement

Pendant cette phase, il faut donner 2 traitements initiaux obligatoires à 10 jours d'intervalle maximum, et 1 ou 2 traitements supplémentaires, selon persistance de l'infestation et des dommages. La pulvérisation est le mode obligatoire.

Pendant la phase capsulaire (fructification, développement des capsules jusqu'à fin de la production), c'est le règne des chenilles perforatrices avec, éventuellement, retour de punaises et installations des pucerons, aleurodes, cochenilles, acariens. Il est alors indispensable de continuer à épandre le binôme DDT + endrine selon la formule, en M.A.:

DDT 2.000 à 2.500 g.
endrine 500 à 600 g. par ha/traitement

Il est obligatoire d'effectuer 3 traitements échelonnés pendant les 30 à 40 premiers jours de cette période, auxquels peuvent s'intercaler ou s'adjoindre 3 traitements supplémentaires, en fonction de l'évolution de l'infestation et de la durée de la fructification.

Si ces traitements sont bien effectués, les punaises (*Dysdercus* notamment) doivent avoir disparu de la plantation. En cas d'invasion intempestive de ces Hémiptères, on peut cependant faire un poudrage à base de DDT + HCH.

En définitive, on voit que la protection des cultures cotonnières irriguées, dans le Sud-Ouest de Madagascar, nécessite, selon les circonstances, de 7 à 13 traitements classiques par campagne. En fait, on n'opère pas moins, à l'heure actuelle, de 8 à 10 traitements.

Ce système de protection, s'il est correctement appliqué, permet d'obtenir des cultures très saines, pratiquement exemptes d'insectes.

C'est ainsi que l'on parvient à ces hauts rendements de 2 à 3 tonnes en moyenne de coton-graine à l'ha, et que davantage même peut être espéré avec des conditions agronomiques impeccables.

Cet usage intensif des insecticides présente toutefois l'inconvénient d'être très onéreux. L'ensemble des traitements d'une campagne, en raison du prix élevé des produits et des frais d'épandage, se situe à 20.000 F. C.F.A. par hectare. Cependant le surcroît de production qui en résulte est payant.

Il est à noter qu'en culture sèche l'infestation entomologique est moins intense. Bien que le schéma des traitements demeure le même, le nombre des interventions — qui n'est pas encore fixé par une expérience suffisante — doit se réduire à 6 environ. Mais le rendement de la culture, qui est tributaire de la pluie, est également moins élevé et aléatoire, dans le secteur Sud-Ouest. Le problème n'est pas le même sur les alluvions de la Betsiboka où le coton est cultivé après la décrue grâce à la réserve d'eau du sol.)

Enfin, il convient, pour formuler une appréciation sur le système de protection qui vient d'être exposé de considérer qu'en dépit des solides résultats acquis, nous en sommes encore à une période relativement héroïque.

La crainte des dommages extrêmes des insectes a conduit à adopter une fréquence de traitements et des doses d'insecticides très élevées. La savante expérimentation de R. Delattre ouvre déjà la voie à un allègement du poids de la protection qui se conjuguera avec le progrès de la phytotechnie [1]. En outre, lorsque l'on parviendra à réaliser de grands ensembles de culture, le potentiel des insectes nuisibles s'abaissera par disparition relative des plantes hôtes spontanées tandis que le coût d'exécution des traitements se réduira.

Division d'Entomologie Agricole de l'Institut de Recherches Agronomiques de Madagascar.

Note reçue le 18 mai 1960.

(1) Précisons que les recherches de R. Delattre à Madagascar visent, non seulement l'emploi plus rationnel des insecticides déjà mentionnés, mais, évidemment, aussi l'utilisation éventuelle de produits plus récents, tels que Gusathion, Thiodan, etc...

R. Delattre, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 10, 13-26, 1961.

ETUDES SUR LE PARASITISME ET LES TRAITEMENTS ANTIPARASITAIRES DU COTONNIER EN AFRIQUE

Aperçu sur les travaux de l'I.R.C.T.

par R. DELATTRE

I - *GÉNÉRALITÉS*

La matière de cet exposé a été en très grande partie fournie par un colloque qui s'est tenu le 8 septembre 1959 entre les spécialistes et techniciens de l'I.R.C.T. On trouvera l'exposé plus détaillé de ce colloque dans une brochure de 30 pages qui vient de paraître et qui donne la substance des études menées par les Stations et les Secteurs de l'Institut, depuis une quinzaine d'années pour certains points.

Les principales zones cotonnières qui concernent l'action de l'I.R.C.T. sont réparties en des contrées fort éloignées et fort différentes, depuis le Maroc jusqu'à Madagascar, depuis le Soudan et la Côte-d'Ivoire jusqu'à l'Oubangui et le Tchad. Les conditions de culture y sont également fort diverses puisqu'on trouve quelques zones de culture irriguée, de vastes étendues de culture sèche couvrant des isohyètes fort différentes, avec des variétés de cotonnier variées appartenant même parfois à des espèces distinctes. Aussi est-il nécessaire d'opérer un découpage afin de pouvoir aisément analyser, même rapidement, le problème d'ensemble. Toutefois, il faut remarquer que les constituants du parasitisme sont très constants surtout à l'intérieur de l'Afrique noire et que même avec le Maroc ou Madagascar les éléments principaux se retrouvent identiques ou extrêmement voisins spécifiquement.

D'autre part, dès que l'idée du traitement des cotonniers s'est manifestée, on s'est aperçu que d'assez nombreuses espèces disparaissaient rapidement après une ou quelques applications, quelle que soit la nature du produit, que ces espèces fussent secondaires ou importantes par leurs dégâts.

Restait alors un petit nombre d'insectes très nuisibles, soit très résistants, soit difficiles à atteindre, soit encore doués de migra-

tion massive. qui constituaient réellement la difficulté majeure inhérente au problème de la protection du cotonnier.

En définitive, on peut saisir l'aspect général des traitements en se référant à quelques « espèces-clefs » d'insectes, et le découpage doit alors tenir compte de l'aspect économique. C'est-à-dire que, suivant le niveau technique de la production cotonnière elle-même, on peut appliquer des traitements complets pour protéger un niveau de production élevée, ou bien on doit se contenter de traitements simples ou même sommaires et visant spécialement un parasite.

II - *ASPECTS RÉGIONAUX DU PARASITISME*

1 - Zone guinéenne et soudano-guinéenne (Stations de Bouaké et Anié-mono).

En lisière de forêt ou en savanes encore densément boisées, et jusqu'à l'isohyète 1.000 mm au maximum, se rencontrent des espèces et des types de cotonniers très variés mais la seule espèce qui soit réellement cultivée en grand est un *Gossypium barbadense*. Les anciennes variétés locales régressent fortement devant des variétés créées récemment et qui appartiennent au type « Mono ». Il existe malheureusement, autour des villages, près des campements, ou subspontanément parfois, des cotonniers pérennes (*peruvianum, maritimum,* marie-galante, *punctatum*) et innombrables hybrides qui offrent un refuge permanent à tous les parasites possibles.

En faible compensation, l'espèce *G. barbadense* offre une résistance sensiblement plus élevée à des parasites importants, tels *Earias, Heliothis, Platyedra,* que les nombreuses variétés de l'espèce *G. hirsutum* généralement répandues sur le reste de l'Afrique. Enfin, les cultures sont souvent encore conduites avec des « intercalaires » variées: ignames, maïs, riz, etc...

Les améliorations génétiques ont porté sur la résistance à la Bactériose, et des travaux sont actuellement menés sur l'Anthracnose, qui accroît son action certaines années jusqu'à être la seule maladie vraiment importante et sur la résistance des capsules aux chenilles notamment à *Platyedra,* qui ont mis en lumière le rôle joué par les parois de la capsule et par la bractée sur la monte et la pénétration des chenilles néonates. Les insectes les plus nuisibles au stade végétatif sont des *Lygus* spp. (Mirides) et *Empoasca* (Jassides) ; avec *Hemitarsonemus* (Acarien) et *Helopeltis* (Mirides) dans certaines circonstances d'hygrométrie plus élevée et le long de galeries forestières. En raison de l'extension du « leaf-curl » (maladie à virus *Bemisia* (Aleyrodides) doit être mentionné.

Quant au stade fructifère, il subit des attaques souvent très destructrices de la part des chenilles d'*Argyroploce* (Tortricide) *Platyedra* (Géléchide), *Heliothis, Diparopsis, Earias* (Noctuides) et

de *Dysdercus* (Pyrrhocoride) qui transmet certaines pourritures de capsules.

Un réseau de pièges lumineux (utilisés comme moyen d'étude seulement) a montré que l'invasion de *Dysdercus* était à date assez fixe (17-25 oct) et que l'attaque par *Heliothis* correspond aussi à des captures de papillons, bien que ceux-ci soient très peu attirés. Il est possible de traiter simultanément contre ces deux parasites par des traitements au DDT + HCH à une date à peu près indépendante de la date de semis.

Comment concevoir l'extension des traitements ?

La haute taille des cotonniers *barbadense*, leur grand espacement en culture intercalaire, leur capacité de production, assez bonne en conditions naturelles mais limitée même sous bonne protection, leur dispersion en petits champs dans la brousse, rend la solution assez complexe. On a proposé:

— des appareils individuels à dos, mais le déplacement est rendu malaisé;

— des appareils à moteur, mais leur entretien est délicat.

On essaie actuellement de tourner le problème en essayant la culture d'un Upland après maïs en deuxième saison des pluies; si cette idée se réalise, on sera ramené à des cas beaucoup plus classiques que l'on va étudier maintenant.

2 - Zone oubanguienne (Stations de Bambari et Bossangoa).

La culture cotonnière a d'abord adopté, avant la deuxième guerre, les techniques et les variétés mises au point dans la zone voisine du Congo Belge; culture pure en champs regroupés, avec la variété Upland « Triumph ». Depuis 1950, la Station I.R.C.T. a lancé des variétés « Banda » de différents numéros plus adaptées au climat et plus résistantes, à *Empoasca* essentiellement; les études actuelles portent sur la résistance à la Fusariose d'une part, et aux *Lygus* spp. d'autre part. Dans la zone orientale (Bambari) les parasites majeurs de ces « Upland » sont encore,

pour le stade végétatif, *Helopeltis* et autres Midides, *Hemitarsonemus* avec *Cosmophila* (Noctuide) comme phyllophage;

pour le stade fructifère, les gros Hémiptères (*Dysdercus*, Pentanomides et Coréides divers) et les chenilles d'*Heliothis* et *Platyedra*.

Dans la zone occidentale (Bossangoa) le parasitisme se renforce en *Heliothis*, et comme *Diparopsis* apparaît ici, ces chenilles sont responsables d'une destruction massive d'organes fructifères.

Les observations sur les Jassides et les Mirides ont été poursuivies avec un résultat pratique plus satisfaisant pour les premiers que pour les seconds, la création de variétés résistantes étant actuellement acquise.

Les résultats les plus étendus montrent que les traitement pourraient plus que doubler, parfois tripler le rendement des champs dont la conduite agricole serait par ailleurs normale, ce qui donne une idée des grandes améliorations à attendre. En fait, le nombre des traitements sera, pendant un temps, réduit à 2 à 4 passages et la protection ainsi réalisée ne pourra être que partielle bien que substantielle.

3 - Zone tchadienne et Cameroun Nord (Stations de Tikem et Bebedjia, Secteur de Maroua).

Les variétés en culture dans cette zone se sont uniformisées depuis quelques campagnes avec une série de numéros issus du groupe des « Allens » (Upland) dont la résistance génétique à la Bactériose et aux Jassides a constitué les atouts majeurs de départ. De plus, vigueur végétative et bonne adaptation ont permis d'étendre la diffusion des zones à 600 mm jusqu'au contact de la zone des « Banda », ceux-ci pouvant même céder du terrain sur certaines frontières.

Parmi les insectes les plus importants, on retrouve ici *Heliothis*, *Earias*, mais surtout *Diparopsis* dans la catégorie des chenilles de capsules. Tout récemment, l'action des Thrips a été mise en évidence, parallèlement aux connaissances acquises à Madagascar, et on a pu dresser un premier inventaire des espèces, avec quelques indications sur leur réaction différente aux traitements. Les Myriapodes ont été éliminés facilement des semis par l'application d'HCH ou de granulés d'aldrine au sol. La biologie de *Diparopsis* est assez particulière (diapause, formation de chrysalide dans le sol, nombre de générations, etc...) et donne lieu à une suite de travaux annuels dont l'aboutissement pratique est peut-être relativement proche. La lutte chimique est difficile; cette espèce est bien plus résistante à DDT et à endrine, par exemple, que ne le sont *Heliothis* et *Earias*. Souvent, la pluviométrie déficiente et le potentiel médiocre des champs ne permet pas la moindre possibilité d'intervention et des tentatives généralisées pour accroître la production par la seule action traitements, ont dû être arrêtées. Cependant, en meilleures conditions agricoles (soins culturaux, fumures, labours, etc...) on peut relever le potentiel assez haut pour justifier deux à cinq interventions et on a pu aboutir récemment à une production paysanne dépassant sensiblement la tonne/ha (région des Lacs et Secteur de Modernisation du Cameroun Nord). Le relèvement de la productivité est ici basé sur une action agronomique de fond en même

temps que sur l'intensification de la lutte, mais les possibilités d'ensemble sont manifestement intéressantes.

4 - Zone soudanienne (Station de Bouaké et de N'Taria M'Pesoba).

Le faciès général du parasitisme participe à la fois de celui du Tchad et de celui de la zone guinéenne. Le parasitisme y est très varié, les interventions de *Syllepta* sur les feuilles, d'*Heliothis*, d'*Earias* et de *Diparopsis* sur les organes fructifères étant souvent très brutales. L'existence de la culture irriguée (Office du Niger) ou de décrue (berges du Niger et du Sénégal) offre des variantes intéressantes à ce tableau, mais que nous ne traiterons pas ici.

Les variétés les plus diverses furent jadis tentées, puis l'attention se concentre, au début des recherches par I.R.C.T., sur le groupe des N'Kourala dont les qualités de fibre, la résistance aux Jassides et à la Bactériose étaient remarquables. Cependant, le N'Kourala s'est effacé à son tour depuis quelques années devant l'introduction des « Allens » du Tchad, qui l'emportèrent par leur meilleur rendement à l'égrenage et une productivité accrue. Le recul général des types *punctatum et herbaceum* (« Budi ») devant les « Allens » les plus récents indique que le planteur autochtone a partout apprécié les qualités de ceux-ci.

D'autres problèmes parasitaires importants persistent néanmoins, dont des maladies à virus de plusieurs types. La Haute-Volta semble un foyer particulièrement intense pour ces viroses, mais en en retrouve certains types au Soudan, Nord Dahomey, etc... La solution de ce problème devrait se trouver dans une application plus stricte de la législation phytosanitaire sur l'arrachage en fin de saison. Trop nombreux sont encore les champs pluriannuels ou les plants pérennes, sans parler des cultures abandonnées à la brousse.

Certains secteurs de modernisation ont porté l'effort sur le labour, la fumure, l'assolement — il y aurait lieu dans ces cas favorables de mettre au point un programme de traitements bien adapté à chaque condition locale des sols. Les champs les plus vigoureux devraient porter, grâce à une protection serrée de quatre traitements assez économiques, des productions dépassant la tonne/ha. On étudie actuellement une méthode qui permettrait de fixer le nombre et l'intensité des traitements d'après « l'espérance de production » de ces champs, elle simplifierait beaucoup le travail de mise en place et d'encadrement des équipes de traitements.

5 - Zone d'Afrique du Nord (Stations de Tadla, de Bône).

Le Maroc est resté, dans l'ensemble, fidèle au type « Pima » (*G. Barbadense*) qui y a fait ses preuves depuis longtemps, et a été continuellement amélioré, tandis que l'Algérie s'est partagée entre les *barbadense* et les *hirsutum* du groupe Acala. Ces variétés sont

cultivées sous irrigation, sauf pour quelques régions, de plus en plus restreintes, où l'Acala se trouvait en culture sèche. Cette dernière variété par contre pourrait gagner du terrain en irrigation.

Les zones extra-tropicales ont en général un complexe parasitaire plus réduit que les zones inter-tropicales. C'est bien le cas ici, où les préoccupations majeures pour l'entomologiste, se limitent à *Earias,* à *Platyedra* et aux Tétranyques, avec des problèmes secondaires de Thrips, de Jassides, de larves terricoles, etc... Malheureusement, *Earias* et *Platyedra* sont tour à tour très virulents dans les diverses zones du Maroc et de l'Algérie, les Tétranyques étant très nocifs sur les jeunes plants d'Upland.

Au Maroc, un relâchement profond de la discipline phytosanitaire a fait chuter de moitié au moins, parfois des deux-tiers, la moyenne de la productivité hectare. On assiste actuellement à une pullulation extrême d'*Earias* ou de *Platyedra* — ou des deux — arrivant à détruire 60 % à 90 % des capsules. L'instauration d'une lutte chimique intense et générale serait certainement bien plus onéreuse que l'application des textes.

Les parasites et les maladies d'*Earias* sont suivis depuis l'ouverture de la station du Tadla. On a reconnu une diminution des entomophages et une incidence de deux virus polyhédriques qui occasionnellement ont provoqué des épidémies spectaculaires parmi les chenilles. La climatologie a une influence profonde sur *Earias,* qui est en plus favorisé par l'extension des *Hibiscus,* notamment d'H. *trionum,* plante annuelle qui s'accroît avec le périmètre irrigué et fournit un relai dangereux jusqu'en octobre.

Les premiers traitements aux systémiques contre les Tétranyques se sont révélés intéressants en Algérie. *Earias* y est combattu tantôt par des fluosilicates ou la cryolithe, tantôt par des insecticides synthétiques, dont l'endrine et le gusathion représentent le centre d'intérêt et sont en progression suivie. Contre *Platyedra,* gusathion est efficace mais offre un prix de revient fort élevé. Les traitements du sol contre les larves souterraines sont parfois intéressants.

6 - Zone de Madagascar

Bien que faisant l'objet d'une autre communication détaillée, situons rapidement le problème en plaçant le faciès du parasitisme à mi-chemin entre celui d'Afrique Noire et celui d'Afrique Blanche pour les constituants. Il n'existe ni *Syllepta,* ni *Diparopsis,* ni *Helopeltis,* mais *Heliothis, Earias, Dysdercus* s'y multiplient en nombre extraordinaire chaque année. Pas de problème avec les Jassides, ni les *Hemitersonemus,* mais les Tétranyques jouent un certain rôle, plus tardivement toutefois qu'en Afrique du Nord. Enfin la pullulation précoce de nombreuses Noctuelles et de Charançons polyphages,

la forte intervention des Thrips des bourgeons donnent un aspect spécifique au parasitisme.

Trois systèmes bien distincts de cultures : irriguées, sèches, décrue auxquels correspondent une variété « Acala » pour la première, « Stoneville » pour les deux autres. Les types égyptiens (*G. barbadense*) peuvent réussir dans le sud, mais ils sont la proie de la Bactériose si on les remonte au-delà de Tuléar, aussi sont-ils abandonnés au profit des seuls « Upland » (*G. hirsutum*). Climat d'alizés maritimes, ensoleillement extrêmement intense, deltas et alluvions avec des sols très riches ou très variés, fournissent au cotonnier des conditions d'évolution très proches de l'idéal. Malheureusement, le parasitisme est *toujours* très puissant et a fait échouer, jusqu'à ces cinq dernières années, les innombrables tentatives de cultures cotonnières.

La protection antiparasitaire est absolument indispensable à toute production, dont le niveau dépend surtout de la réussite des traitements. Ceux-ci sont en moyenne de 7 à 8 pour la culture non irriguée, et de 10 à 12 pour la culture irriguée. Ils représentent un poste très important dans le chapitre des frais d'exploitation, et seule une culture à haut rendement et à produit de qualité peut justifier les gros investissements nécessaires.

III - *LES ESSAIS DE TRAITEMENTS*

Chacune des zones venant d'être rapidement décrite offre donc un aspect fondamental caractéristique. Schématiquement le but des traitements sera d'abord de réduire le plus possible la liste des espèces restant en cause, au moyen de traitements simples et peu coûteux, puis d'étudier de près le cas des parasites les plus résistants, afin de voir dans quelle mesure leur destruction reste rentable en tenant compte des doses élevées ou des produits spéciaux qui sont alors nécessaires.

Aussi a-t-on vu les essais menés dans les différentes stations suivre une première phase à peu près identique, aboutissant à la recommandation de 1 à 3 traitements de végétation, à base de DDT et HCH le plus souvent, afin de réduire le polyparasitisme diffus. Depuis sept à huit ans, la variété toujours plus grande des substances offertes par l'industrie chimique donne lieu à des recherches plus spécialisées. Elles ont abouti à mettre en relief certains produits comme l'endrine dont l'emploi s'est généralisé rapidement, à côté de celui du DDT, dans les pulvérisations foliaires, mais bien d'autres substances ont été passées en revue, dont on donnera ici une analyse très rapide.

Spécificité et dose ayant été établies, il faut intégrer ces substances dans les programmes existants, soit, sous forme de mélange, soit en application strictement déterminée en fonction de la spécificité et de l'insecte visé, et connaître le bilan.

Enfin l'étude des modes d'application et des appareils complète la mise au point complète d'un programme de traitements.

Les produits classiques

D.D.T.. — Il tient une place de premier ordre en raison de son action assez générale, de sa bonne persistance, de son faible danger pour l'homme, etc... Il est de plus le spécifique encore incontesté de l'*Heliothis* qu'il élimine avec des doses qui doivent s'élever à au moins 1,5 K/ha MA., et plus souvent 2 et 2,5 K/ha pour une développement végétatif plus poussé.

Son action est trop faible sur *Earias, Diparopsis, Platyedra, Dysdercus, Nezara,* etc... pour être utile à des doses modérées. Aussi est-il le plus souvent associé à un produit complémentaire par son activité : HCH, parathion, dieldrine ou endrine. C'est le mélange avec ce dernier produit qui réalise le spectre d'action le plus complet, et c'est avec HCH que le traitement revient le meilleur marché.

Le DDT employé seul, ou même avec certains produits comme aldrine peut susciter des pullulations secondaires très importantes, de Tétranyques, de Cochenilles, de *Bemisia* ou de Pucerons. La formulation « poudrage » est alors plus dangereuse que la pulvérisation.

H.C.H. — Il est très rarement employé seul, le plus souvent il entre en mélange avec le DDT. Son bon marché, son action satisfaisante sur les gros Hémiptères, les Coléoptères polyphages externes et les Orthoptères sont ses principales qualités. Par contre, sa rémanence est faible, son action limitée en ce qui concerne les chenilles des capsules.

Il est apparu que les fortes doses d'HCH technique pouvaient être nuisibles à la plante, surtout dans les stades jeunes. Mais, en cours de végétation, la pulvérisation foliaire modérée n'a pas d'inconvénient (0,5 à 0,8 K/ha MA).

Dieldrine fut employée sur une petite échelle, avec des résultats très bons sur Hémiptères et Orthoptères, et assez bons sur certains Lépidoptères. Bien qu'elle soit meilleur marché, elle a cédé le pas à l'endrine dont l'action est plus étendue pour des doses plus faibles (0,3 à 0,9 K/ha de MA).

Endrine. — C'est le produit qui a permis un progrès remarquable depuis quatre ans. Révélé tout d'abord par son efficacité vis-à-vis d'*Earias* dont il reste le meilleur spécifique; malgré son prix élevé, il est adopté dans des traitements généraux, contre les Hémiptères, les Orthoptères, etc... Il est très efficace également contre les Pucerons. Les doses vont de 200 à 800 g/ha de MA suivant les cas.

Parathion et les substances voisines sont très actifs sur les Hémiptères, les Orthoptères, les Coléoptères. Bien que l'action di-

recte soit très bonne sur l'ensemble des chenilles, la rémanence brève ne permet pas d'avoir des résultats pratiques suffisants, puisque le principe du traitement est basé sur cette qualité.

Gusathion a conquis une place récente dans certains pays (Israël, Amérique du Sud) ; voisin du Parathion, il est plus persistant que celui-ci, et on a annoncé une très bonne action sur *Earias*.

Produits spéciaux

Parmi les Acaricides, le métasystémox semble avoir conquis droit de cité par son action contre Tétranyques. Le tédion donne certains résultats contre *Hemitarsonemus*.

Des systémiques variés ont été essayés, aucun ne semble devoir passer prochainement dans la pratique courante.

Le thimet, en traitement de semences, offre une certaine protection contre les premières attaques de Thrips des bourgeons et les Pucerons, mais sa toxicité élevée pour l'homme, sa phytotoxicité pour le cotonnier rendent son emploi trop délicat pour être vulgarisé.

Le malathion a échoué en général.

Produits nouveaux

Nous allons en citer quelques-uns au cours de la revue rapide des essais faits en station ces toutes dernières années, en les comparant avec des produits ayant déjà reçu confirmation. Il faut replacer ces résultats dans le cadre parasitaire évoqué ci-dessus. Les résultats différents obtenus dans les stations ne sont donc pas forcément contradictoires.

Aperçu sur les résultats récents des stations

Bambari 1958

Dans un premier essai le produit venant en tête est, comme en 1958, endrine (ém. 19,5 %) avec 2.211 k/ha, suivi d'assez près par WL 1650 (450 g/ha MA) 2.069 k/ha, puis viennent, avec moins de 2.000 k/ha: Delnay (400 g/ha MA), phosdrine (300 g/ha MA), phosphamidon (900 g/ha) et gusathion(600 g/ha MA).

Enfin, les esters phosphoriques et le mélange DDT + lindane (900 g/ha + 165 g/ha) ont donné 1.500 k/ha environ.

Dans d'autres essais, endrine s'est révélée supérieure à trithion et dipterex (1.700 k/ha contre 1.300 k/ha) puis à « lindachlore » et « gamma oléo pâte ».

Un essai de concentration a montré une progression des récoltes avec la dose d'endrine :

1.595	k/ha avec	1,5 l/ha de PC
1.700		2
1.800		2,5

En même temps, le nombre de valves saines augmente.

Le WL 1650 semble le seul à retenir pour des essais ultérieurs (le thiodan n'est pas dans la liste des produits essayés).

Bossangoa

Les résultats sont parallèles à ceux de Bambari, mais avec des chiffres de récolte plus bas.

Endrine à 2 l/ha domine, suivie par WL. 1650 à 3 l/ha, puis endrine + parathion, gusathion 2 l/ha, phosdrine et phosphamidon. Les analyses de capsules confirment également ces résultats.

Un deuxième essai montre que l'adjonction de « métasystémox » à l'endrine n'ajoute rien à l'action de l'endrine, et que la phytotoxicité peut même se manifester avec des volumes d'eau restreints.

Pour la zone de l'Oubangui, endrine donne les meilleurs résultats et son mélange avec d'autres produits n'améliore pas ses performances. Avec le mélange DDT + endrine, les résultats sont équivalents.

Tikem

Dans la zone où Diparopsis domine, c'est encore endrine qui devance les autres produits.

Ainsi endrine à 500 g/ha MA vient en tête 1.100 kg, puis endrine + malathion 1.000 kg et WL 1650 (700 g/ha MA) 980 kg, suivis par R 1.303 (1.000 g/ha), phosdrine (630 cc/ha et chlortion (625 cc/ha) qui sont peu différents du témoin.

Dans des essais spéciaux dirigés contre les Thrips des bourgeons, une série de produits a été passée en revue, mais l'interprétation des résultats n'est pas aisée, car les produits donnant les meilleurs résultats directs contre ces Thrips (WL 1650 notamment) ne sont pas ceux aboutissant au meilleur rendement du cotonnier. Toutefois le DDT garde une efficacité prolongée contre les Thrips et vient en tête pour les rendements (2.500 kg). Malathion est peu persistant et donne 2.100 kg, contre 1.690 au témoin.

En essai d'inter-campagne, DDT, dieldrine et dipterex se révèlent assez efficaces.

Bouaké

Un premier essai de produits place gusathion (400 cc) en tête avec 468 kg devant camphoclor, gasathion (300 cc) et (200 cc) phosdrine, nochlortion et trithion.

Un deuxième essai confronte les mélanges endrine + DDT et gusathion + DDT et met en évidence la nécessité du DDT, avec 1.600 k/ha de récolte.

Les conclusions des études de détail (shedding, floraison, etc...) montrent l'intérêt de l'endrine (400 cc/ha) contre *Earias* et *Diparopsis,* du DDT (1,5 k/ha MA) contre *Heliothis,* de gusathion (400 cc/ha) contre *Argyroploce* et *Platyedra.*

Plusieurs acaricides donnent des résultats valables contre *Tarsonemus* mais l'endrine présente aussi une action très suffisante dans le cas courant si l'on pulvérise bien la face inférieure des feuilles.

MAROC

Contre les Thrips, des essais de désinfection du sol ont montré une action excellente de l'aldrine appliquée au semis, le poids des plantules des parcelles traitées pouvant être double de celui des témoins.

Contre *Earias,* cryolithe, endrine et gusathion offrent tour à tour des avantages, tandis que le WL 1650 autorise des espoirs sérieux.

IV - *MISE EN ŒUVRE DES TRAITEMENTS*

On retrouvera ici encore des appréciations variables, d'une station à une autre suivant la taille et la densité des champs, la nature des sols et le billonnage, la dimension des parcelles et la date de l'intervention, etc...

Les *atomiseurs* portés à dos sont appréciés à Tikem, à Bouaké et à M'Pesoba pourvu qu'ils soient de construction robuste et peu sujets aux pannes mais ils exigent aussi des conditions particulièrement favorables pour la vulgarisation : encadrement technique dense, regroupement de culture...

A Bambari on a travaillé l'équipement de *tracteurs enjambeurs* pour la protection des centres de multiplication, et on a mis au point des rampes portatives légères adaptables sur des pulvérisateurs à dos qui sont actuellement vulgarisés pour les plantations africaines.

Pour le Maroc, la diversité des formulations à appliquer, le peu de régularité des plantations hors de la station rend difficile l'extrapolation de l'expérimentation des pulvérisateurs enjambeurs, poudreuses mécaniques, etc... et on doit souvent revenir à des appareils à main malgré leur lenteur.

On notera que le *poudrage* n'est guère utilisé que dans les cas les plus faciles, ou encore lorsque la formulation oblige à ce seul mode d'épandage (fluosilicate).

Le prix de revient global de la protection se répartit entre les éléments suivants :

a) prix des produits
b) coût de l'application
c) nombre de traitements par campagne.

a) De nombreux essais de doses ont permis de fixer, pour chaque insecte important la dose normale d'utilisation. D'une région à une autre, celle-ci peut donc varier. Le mélange de produits deux à deux est souvent pratiqué pour abaisser le prix tout en conservant un spectre d'action correct. Les mélanges les plus en faveur sont:

DDT + endrine
DDT + HCH
DDT + parathion
endrine + gusathion

Pour une dose donnée de MA, le prix à l'hectare varie sensiblement suivant la formulation en poudre mouillable, émulsion ou solution, et les stations de Bouaké et de Bambari se sont plus spécialement attachées au problème de la pulvérisation huileuse, qui permet de réduire le volume d'application. Les résultats techniques sont encourageants, mais pas toujours définitifs.

Bouaké conclut par exemple que le traitement huileux à 15 l/ha a un rendement moyen égal à celui de la pulvérisation aqueuse à 250 l/ha, que le traitement à dose normale de MA sous forme huileuse est égal aux autres, avec une supériorité nette contre *Heliothis* et *Earias*. Mais les risques de brûlures sont grands et ces traitements doivent être confiés à des équipes spécialisées.

Bambari constate des différences marquées entre la micronisation d'une part et l'atomisation de solutions huileuses à 13,5 l/ha, d'autre part, pour des cotonniers mesurant 1,20 m traités en plusieurs lignes à la fois, et estime que la complication supplémentaire ne se traduit nullement par une augmentation de récolte.

b) Les éléments qui rentrent dans l'évaluation du coût d'application sont très nombreux (amortissement, main-d'œuvre, fourniture d'eau) et n'ont pu être précisés que dans des cas particuliers: traitements par avion au Maroc et Madagascar, traitements des zones de multiplication en Oubangui. Le coût global à l'hectare de l'application varierait de 350 Fr C.F.A. (pulvérisateur à dos et rampes) à 550 Fr C.F.A. (tracteur pulvérisateur) en Afrique, passant pour le traitement avion à 1.350 Fr métro au Maroc et à 600-900 Fr C.F.A. à Madagascar suivant les points.

c) Le nombre de traitements à appliquer est fonction de l'espérance de récolte et des dégâts d'insectes faits ou à redouter. Des cultures à faible potentiel ne peuvent justifier qu'un nombre très limité de traitements, que l'on estime à 1 à 3 dans les conditions

de culture sèche médiocre. Cependant des zones importantes d'Afrique pourraient élever sérieusement leur potentiel par l'usage simultané des soins culturaux, de la fumure et des traitements. Il y a des exemples toujours plus nombreux ou la rentabilité globale des trois actions a pu être atteinte, alors que la rentabilité d'une action isolée n'était pas pensable.

Le placement à une époque judicieuse de ces traitements est essentiel si l'on veut en tirer le maximum d'effet. Aussi le système « d'avertissement sanitaire » a-t-il été étudié dans son principe. On s'accorde actuellement à dire que, en raison des difficultés de transmission en Afrique et du délai nécessaire pour la mise en route d'un dispositif d'exécution, l'avertissement « au top » n'est pas réalisable en brousse; mais, par contre, les relevés faits par Bouaké sur un réseau de pièges lumineux d'observations montrent la possibilité d'une certaine prévision pour les invasions de *Dysdercus* et d'*Heliothis*, permettant un traitement en temps utile.

Pour la culture sèche du Tchad on rattache le calendrier des traitements à la phénologie du cotonnier lui-même, car l'apparition successive des parasites suit d'assez près l'évolution physiologique de la plante.

Les cultures irriguées, à potentiel devant dépasser 2.000 k/ha pour être concevables, nécessitent un nombre parfois important de traitements, allant de 6 à 12... La détermination du meilleur programme est alors très importante, les deux éléments fondamentaux étant la fréquence des traitements (ou intervalle entre traitements) et les dates des premier et dernier traitements. Il est généralement trouvé que les traitements précoces sont les plus utiles et que l'augmentation de la fréquence des traitements se traduit par une amélioration de l'efficacité. Par contre les traitements prolongés tard en saison apportent des améliorations plus ou moins rentables suivant les soins apportés aux premiers traitements.

En définitive, pour une dose totale de produit, la meilleure distribution comporte des traitements fréquents pendant les premiers stades de végétation (floraison) puis des traitements plus espacés dans la deuxième moitié du cycle. Plus les traitements sont nombreux, moins utile sera la détermination des époques critiques par un réseau d'avertissement. Lorsqu'on effectue plus de dix traitements par saison, c'est l'organisation rationnelle pour la meilleure rotation du matériel qui prévaut sur les considérations biologiques. Un cas intermédiaire est offert par le Maroc où le nombre de traitements contre *Earias* varie suivant les conditions de « chergui », vent sec qui détruit de nombreuses chenilles — et où l'observation des populations d'*Earias* sur des Malvacées sauvages permet de déterminer facilement le seuil qui sera dangereux, quelques jours plus tard pour le cotonnier.

En résumé, tous les programmes de traitements classiques se retrouvent, depuis l'avertissement parasitaire pour un parasite pré-

cis, jusqu'aux traitements systématiques lorsque les parasites sont surabondants, en passant par les traitements en nombre limité, et placés en fonction de l'âge de la plante. Ces programmes sont adoptés suivant l'intensité du parasitisme, sa période de pointe, et l'estimation du plafond de récolte.

CONCLUSION

Le cotonnier, qui est une des plantes cultivées les plus parasitées, pose un problème délicat pour sa protection. Sa culture est effectuée dans des conditions difficiles, par des populations peu évoluées, avec des rendements assez maigres et des prix de transport élevés pour l'Afrique Noire. La difficulté fréquente pour l'approvisionnement en eau, le peu de connaissances mécaniques des ruraux africains accroissent encore les difficultés d'application. Cependant il est démontré que les rendements peuvent faire des progrès remarquables par l'application judicieuse de traitements insecticides, surtout lorsqu'ils s'accompagnent de progrès sur la technique agricole générale.

Pour les Etats nouvellement créés, le coton offre une possibilité — parfois unique — de rentrer dans un circuit agro-industriel international grâce à la valeur élevée et stable du produit offert sur le marché mondial. Le volume total de cette production est donc, pour leur trésorerie, un facteur aussi important à considérer que le facteur individuel de revenu à l'hectare. Ceci veut dire que l'Etat a un intérêt plus grand que le cultivateur à voir augmenter la productivité à l'hectare — et ceci sera obtenu essentiellement par les progrès que l'on pourra accomplir pour les années à venir dans le domaine de la vulgarisation, de la protection phytosanitaire.

Institut de Recherches pour le coton et les textiles exotiques.

Note reçue le 18 mai 1960.

J. Legal, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 10, 27-37, 1961.

NOTE PHYTOSANITAIRE SUR LA CULTURE DU COTONNIER AU MAROC ETAT ACTUEL DU PARASITISME ET POSSIBILITÉS DE LUTTE

par J. LEGAL

GÉNÉRALITÉS

La culture du cotonnier occupe une place importante dans les programmes de mise en valeur des différentes zones irriguées du Royaume du Maroc.

Les projets relatifs à l'extension des zones actuellement irriguées: Beni Amir - Beni Moussa, dans le Tadla; Doukkala, Triffas et Zone Nord tendent à l'établissement d'un assolement comprenant l'élevage, les cultures maraîchères, les céréales et les cultures industrielles: coton, betterave à sucre, tabac.

Ces projets portent sur la mise en culture sous irrigation des superficies suivantes:

Région du Tadla	150.000 ha
Région des Abda Doukkala ..	114.000 ha puis 147.000
Région des Triffas	30.000 ha
Région de Nador	16.000 ha
	soit un total d'environ 350.000 ha

Ce qui donnerait, compte tenu de l'assolement, une possibilité de culture de quelque 60 à 70.000 ha de coton chaque année.

A l'heure actuelle la production est encore bien loin de cette valeur, le cotonnier n'occupant que : Zone des Beni Amir - Beni Moussa - 1959: 6.800 ha, production 3.900 tonnes de coton graines. G. barbadense.

Zone du Nador - 1959 : 400 ha (2.000 ha en 1957).

Gossypium barbadense

Ces deux régions actuellement cultivées en coton présentent des caractéristiques fort différentes sur le plan climatologie :

La région du Tadla est une plaine intérieure de climat typiquement continental à été très chaud, très sec avec une très forte insolation.

La région de Nador est une plaine littorale de climat méditerranéen et maritime : été moins chaud, plus humide, forte incidence des vents, nébulosité élevée.

Nous ne reprendrons pas ici les multiples facteurs agronomiques, génétiques, économiques qui entrent en ligne de compte dans la réussite de la culture du cotonnier; nous nous bornerons à l'examen des facteurs de nature parasitaire qui peuvent nuire très sérieusement à l'obtention d'un rendement intéressant de la culture.

LES PARASITES DU COTONNIER AU MAROC

Les chiffres cités plus haut montrent, que la production est très faible : 600 kg de coton graine par hectare en moyenne, alors que le potentiel de production de cette région est de 2.000 kg/ha et même 3.500 kg/ha pour la zone la plus riche des Beni Moussa.

L'attaque par les insectes et les maladies est responsable d'un manque à gagner élevé pouvant être estimé à 1.000 à 1.200 kg de coton graine par hectare.

Attaques à la levée et durant le jeune âge:

L'obtention d'une densité élevée et régulièrement répartie constitue la base de la réussite de la culture. Les semis précoces, au cours de la deuxième quinzaine de mars, assurant une floraison précoce échappent aux conditions climatiques défavorables de l'été et aux attaques des ennemis de fin de saison.

Les façons culturales sont prédominantes pour lutter contre les dégâts causés aux jeunes plantules par les *champignons du sol :*

Rhizoctonia solani; fusarium oxyporum: irrigation préalable au semis; semis sur le haut du billon - 6 à 8 graines par poquet.

La Bactériose par *Xanthomonas malvacearum*: peut causer des dommages sérieux après la levée et durant le jeune âge de la plante.

Le traitement général de toutes les semences, avant la distribution aux planteurs, aux produits organo-mercuriques volatils, constitue la seule méthode de lutte possible.

Les insectes du sol : Larves de Taupins, Vers gris, Vers blancs, *Pimelia,* Fourmis (*Messor*), Opatres, *Gryllidae* sont parfois très nuisibles principalement au cours des premières années de mise en culture sous irrigation; l'utilisation d'appâts-pièges classiques

peut être rendue nécessaire : Opatres, Grillons, *Pimelia*, ainsi que le traitement des nids : Fourmis.

Insectes préjudiciables à la phase végétative de la plante:

Principalement les Thrips, Acariens, Pucerons, Jassides, Aleurodes.

Thrips : *Thrips tabacci Lind.* La pullulation de cet insecte, dès la levée des plantules, cause un grave préjudice aux jeunes cotonniers:

Les feuilles sont déformées, perforées; l'avortement des bourgeons est fréquent et la plante conservera par la suite des séquelles de cette attaque au jeune âge.

Un traitement en localisation sur les lignes, au moment des semis, à l'aldrine en pulvérisation à la dose de 1 kg de matière active à l'hectare dans 500 l d'eau, a donné d'excellents résultats dans les essais se traduisant par une augmentation de 300 kg de coton graine/ha. Ce traitement est aussi très efficace contre les insectes du sol : Taupins, Vers gris, etc. L'apport d'aldrine sous forme d'insecticide-engrais est d'une réalisation difficile, par contre la distribution aux planteurs de semences enrobées semble être la solution la plus pratique.

Acariose *à Tetranychus telarius* L.

Sur les cultures cotonnières du type *Gossypium barbadense:* variétés égyptiennes longues ou moyennes soies, le développement de l'Acariose est de nature exceptionnelle. Elle est en relation étroite avec la présence d'une flore adventice hébergeant les Tétranyques et un développement sur cotonniers a été noté en bordure des parcelles ainsi que dans les zones envahies par le liseron (*Convolvulus arvensis*).

Une intervention par la lutte chimique peut être rendue nécessaire dans ces situations: pulvérisation d'un insecticide systémique du type métasystox à la dose de 500 gr de matière active par ha dans 500 litres d'eau. Les cultures du type *Gassypium hirsutum:* variétés américaines sont très sérieusement attaquées par l'Acariose et deux applications d'un traitement acaricide sont nécessaires.

De bons résultats ont aussi été obtenus, dans les essais, avec les acaricides : shencapton, R 1.303, tedion, niagaramite. Enfin l'utilisation du DDT est, d'une façon générale, à éviter dans les cultures cotonnières, le développement d'une population importante de *Tetranychus* étant à craindre à la suite de tels traitements.

Pucerons : *Aphis gossypii* - Glov.

Le développement des *Aphis* peut être préjudiciable aux cotonniers en début de saison lors des périodes peu favorables à un développement rapide de la plante.

Une intervention chimique est rarement nécessaire: pulvérisation d'une solution insecticide systémique à 500 cc de matière active/hectare dans 500 litres d'eau.

En général les éléments de l'équilibre naturel : parasites *Aphidiinae* ou prédateurs *Coccinellidae, Syrphidae, Neuroptera* sont déjà abondants à cette époque de l'année et il est très intéressant de renforcer ce parasitisme naturel sur les *Aphis* des cotonniers. Un binage pour la suppression des plantes adventices au moment opportun permet d'obtenir d'excellents résultats dans cette voie par concentration des parasites sur les seuls Pucerons persistant, après le binage, sur les cotonniers.

Certaines années, la population d'*Aphis* reprend une certaine importance à l'automne et cause un préjudice à la qualité des fibres par suite de la présence d'un miellat qui souille le coton des capsules ouvertes.

Jassides : *Empoasca libyca:*

Les dégâts au cours de la période préflorale, sont rares et la période estivale n'est pas très favorable à la pullulation de l'insecte dans les conditions normales de la culture; une augmentation de la population des Jassides peut se produire à partir de septembre dans certaines conditions de culture.

Les méthodes culturales conditionnent le développement des Jassides et dans les plantations normalement conduites les dégâts d'*Empoasca* sont négligeables ne justifiant pas la poursuite de la recherche de variétés résistantes. Par contre: les semis tardifs avec faible production de capsules avant les chaleurs d'été et nouveau départ végétatif à l'automne; l'excès d'azote ou bien des irrigations excessives, entraînent un développement de Jassides qui peut compromettre très sérieusement la production.

En cas de nécessité la lutte chimique contre cet insecte suceur est relativement facile; les esters phosphoriques ou les produits systémiques se montrent très efficaces.

Aleurodes : *Bemisia gossypiperda :* sont présents dans les cultures cotonnières et deviennent parfois très abondants en automne sur les cotonniers à forte pilosité. Les dégâts directs de l'insecte sont réduits bien que la production d'un abondant miellat se montre parfois préjudiciable à la qualité des fibres. En l'absence des symptômes de « leaf curl » dans les plantations de cotonniers au Maroc, la présence de *Bemisia* revêt une incidence économique très restreinte.

Insectes préjudiciables à la phase fructifère de la plante.

Les Hémiptères *Creontiades* et *Megaceolum,* provoquent, par leurs piqûres, un shedding des jeunes organes floraux mais leur

présence est rarement abondante. Par contre les deux principaux ennemis du cotonnier au Maroc, *Earias insulana* et *Platyedra gossypiella*, causent des dommages, parfois très importants, aux organes fructifères de la plante.

Earias insulana Boisd: Chenille épineuse du cotonnier

L'insecte est présent sur l'ensemble du territoire du Royaume du Maroc. Les étés très chauds et secs des zones intérieures constituent un facteur limitatif au développement estival de l'insecte sur cotonnier.

Nature des dégats : La chenille vit en mineuse dans les tissus du cotonnier. En début de saison, fin mai début juin, elle perfore l'extrémité de la tige principale causant un écimage de la plante dégâts de faible incidence sur la production (un écimage de 100 % des plants entraîne une réduction de 19 % sur la récolte de coton-graine). A partir du 15 juin la chenille dévore les boutons floraux, les fleurs et les capsules de tous âges. En général une même chenille dévore plusieurs organes floraux, ce qui constitue un élément plutôt favorable pour la réussite de la lutte chimique.

La pénétration de la chenille dans une capsule âgée entraîne généralement la perte totale de la capsule par attaque secondaire des champignons : *Rhyzopus* et *Aspergillus*.

Importance de l'attaque : Les examens réalisés au cours des campagnes cotonnières successives permettent d'attribuer les valeurs suivantes aux attaques par *Earias* :

a) sur boutons floraux :

8 à 10 % de destruction sur Pima 67 G. *barbadense*
15 à 20 % de destruction sur Acala Rogers. G. *hirsutum*

b) sur capsules mûres :

34 à 41 % de destruction dans les Beni Moussa
26 à 36 % de destruction dans les Beni Amir

En 1958 : à la Station Cotonnière du Tadla
44,7 % de destruction sur Pima 67
76,0 % de destruction sur Acala Rogers
Sur parcelles sans traitements insecticides.

Evolution annuelle de l'insecte : L'*Earias* est inféodé aux Malvacées et vit normalement sur de nombreuses Malvacées spontanées de la flore locale.

Le cycle annuel se déroule sans arrêt hivernal, les différentes phases du cycle évolutif étant considérablement plus longues au cours des mois froids.

Les premières générations printanières, au nombre de 1 ou 2, selon les conditions climatiques des mois de décembre et janvier,

se développent sur les Malvacées spontanées ou vivaces (plantes ornementales). La migration des adultes vers les cultures cotonnières est très variable selon les années et est fonction du climat des mois de mars et avril ainsi que de l'établissement des conditions de sécheresse estivale entraînant la dessiccation plus ou moins précoce de la flore spontanée.

Eté-Automne	Automne-Hiver	Printemps	Début été
Cotonnier	*Hibiscus trionum*	*Lavatera trimestris*	*Abutilon avicennae* G. *hirsutum*
	Malvacées vivaces ornementales	*Althea longiflora*	G. *barbadense*
	Abutilon avicennae		G. *barbadense*

Les générations estivales, au nombre de quatre, se succèdent sur cotonnier de juin à fin septembre. Par suite des migrations initiales ces générations ne sont pas très nettement définies et en fin de saison tous les stades de l'insecte se rencontrent dans les cultures. Des variations annuelles sont aussi à signaler : par exemple :

	1957	1958
1re génération sur cotonniers	1er juillet	15 juin
2me génération sur cotonniers	1er août	20 juillet
3me génération sur cotonniers	20 25 août	15 août
4me génération sur cotonniers	27 septembre	10 septembre

1957 étant une année à attaque tardive en saison avec dégâts surtout notables sur capsules âgées : 10.000 chenilles/ha le 3 juillet 1957.

110.000 chenilles/ha le 26 septembre 1957 sur Acala Rogers.

1958, année à attaque précoce avec forts dégâts sur boutons floraux et jeunes capsules : 38.000 chenilles/ha le 3 juillet 1958

47.000 chenilles/ha le 26 septembre 1958 sur Acala Rogers.

Le climat a aussi une très forte incidence sur la 2me et la 3me génération qui se situent dans la période la plus chaude de l'année : les étés à « chergui » caractérisé :

21 jours en 1952 maxima journaliers diurnes de + 40 à + 45° C
47 jours en 1953 minima journaliers nocturnes au-dessus de + 20° C, maxima hygrométrie inférieurs à 10 %

limitent considérablement l'amplitude de ces deux générations estivales.

Parasitisme naturel : Les parasites naturels et prédateurs de l'*Earias* sont de très faible incidence : *Rhogas circumscriptus* Nees-verclaire est le plus abondant au cours de la période automnale :

Habrobracon brevicornis Wesm = *Habrobracon Kitchneri* D. et G. a aussi été noté.

L'Eumenidae Odynerus (*Lionotus*) *crenatus* Lep. prédateur de chenilles d'*Earias* a été rencontré au début de l'été.

Par contre, une mortalité estivale des chenilles d'*Earias* peut prendre une grande importance certaines années : faible en 1957, elle a atteint le 7 juillet 1958 la valeur de 53,5 % ; cette mortalité touche principalement les chenilles des 4me et 5me âges.

Les examens des échantillons récoltés au Maroc ont été réalisés au Laboratoire de Cytopathologie d'Alès et ont permis de différencier deux groupes de viroses :

un *Borrelinavirus* et un *Smithiavirus*

Une mortalité automnale ayant pour agent causal un *aspergillus* pathogène a aussi été mise en évidence.

La sensibilité de l'*Earias* au *Bacillus thuringiensis* Berliner a aussi été testée au Laboratoire de la Minière.

Moyens de lutte : L'attaque par Earias se manifeste durant une période très longue et la première mesure pour réduire les dégâts consiste à semer le plus tôt en saison soit vers le 15 mars. L'effort de protection par la lutte chimique portera principalement sur la fructification de début de saison en juin et juillet.

A la suite des nombreux essais réalisés sur l'efficacité des produits, les dates et les modes d'application, le programme actuellement préconisé est le suivant :

1er traitement : à partir du 10-15 juin : endrine en pulvérisation 300 cc M.A./ha
2me traitement: 20-25 juin: endrine en pulvérisation 300 cc M.M./ha
3me traitement: 20 juin-5 juillet : endrine en pulvérisation ou bien cryolithe.
4me traitement : 15-20 juillet : cryolithe 12 kg de M.A./ha de préférence par pulvérisation ou à défaut 20 kg de poudre à 60 % de M.A.
5me traitement : 30 juillet-5 août : cryolithe 12 kg de M.A./ha

La date du premier traitement demande à être adaptée à l'évolution de l'insecte au cours de l'année; de même les traitements 4 et 5 sont liés aux conditions du climat de l'été.

Dans les régions de climat plus maritime le développement de l'*Earias* se place un peu plus tard en saison : la première génération, la plus forte, en juillet et nouvelle pointe de l'attaque en septembre.

Platyedra gossypiella Saund : Ver rose du cotonnier

L'extension géographique de cet insecte suit pratiquement l'implantation des cultures cotonnières et il suffit que certaines

mesures de lutte physique soient relachées pour que le Ver rose prenne une incidence considérable, occasionnant de très forts dégâts.

Ainsi dans le Tadla la question *Platyedra* a pris une grande importance depuis 1955. Les populations, exprimées en chenilles par ha, ont été les suivantes :

années	sur Pima 67	sur Acala Rogers
1952 fin octobre	1.000	1.000
1953 fin octobre	5.000	3.000
1954 fin octobre	3.000	3.000
1955 fin octobre	28.000	35.000
1956 début octobre	94.000	35.000
1957 fin septembre	264.000	233.000
1958 début octobre	106.000	97.000
1959 15 septembre	240.000	163.000

Nature des dégats : La chenille vit principalement à l'intérieur des capsules; elle se rencontre rarement dans les boutons floraux et les fleurs, dans ce cas sa présence n'arrête pas le développement de ces organes floraux. L'attaque sur capsule cause la perte d'une partie ou de la totalité de la capsule selon l'âge de cette dernière. Dès l'éclosion de l'œuf la jeune chenille pénètre à l'intérieur de la capsule et y vit en mineuse jusqu'à l'approche de la période de nymphose. Une même capsule peut héberger jusqu'à 9 chenilles de *Platyedra*.

Importance de l'attaque : Elle est très variable selon les lieux considérés : ainsi dans le Tadla dans la zone des Beni Moussé, très attaquée 11,3 % des capsules mûres sont totalement détruites tandis que dans la zone des Beni Amir l'attaque porte sur moins de 1 % des capsules mûres.

Dans la zone Nord, Région de Nador, principalement, les dégâts causés par *Platyedra* ont causé la perte de 70 à 80 % des capsules, rendant pratiquement impossible la culture cotonnière dans cette région (300 ha en 1958 - 15 ha en 1959).

Evolution annuelle de l'insecte : Le cycle annuel est caractérisé par une diapause hivernale, au stade de chenille du 5^{me} âge, qui s'établit dans le Tadla de novembre à mi-avril, mi-mai. Au cours de la campagne cotonnière l'insecte est présent dès le 25 juin mais deux pointes importantes dans la population peuvent être notées :

la 1re vers le 15 août : 190.000 chenilles/ha en 1959 sur Pima
la 2^{me} vers le 15-20 septembre : 127.000

Dans la zone Nord *Platyedra* se rencontre dans les cultures dès la fin juillet mais devient surtout abondant en septembre.

Parasitisme naturel de *Platyedra :* Seul *Pimpla contemplator* présente un certain intérêt en parasitant les chenilles en diapause hivernale.

Habrobracon brevicornis Wesm - se rencontre aussi en juin et en octobre, enfin l'Acarien *Rediculoides ventricosus* a été parfois observé sur les chenilles en diapause dans les stocks de graines.

Moyens de lutte : Il s'agit avant toute chose d'appliquer les mesures d'hygiène sanitaire de base : semis de graines désinsectisées

— éviter les semis tardifs donnant une production d'arrière saison

— réaliser la suppression totale des cultures en fin de saison

La lutte chimique est de réussite difficile et fort onéreuse :

Le produit gusathion à 750 ou 1.000 cc M.A./ha est efficace, le produit sevin à 1.000-1.500 cc M.A./ha est prometteur.

Le programme peut être le suivant :

1er traitement entre le 5 et le 10 août : gusathion ou sevin

2me traitement entre le 20 et le 30 août : gusathion ou sevin

3me traitement éventuellement vers le 10-15 septembre : gusathion ou sevin

Ces traitements d'arrière saison auraient aussi une action insecticide sur *l'Earias* de fin de campagne.

RECOMMANDATIONS ACTUELLES POUR LA LUTTE CONTRE LES ENNEMIS DU COTONNIER AU MAROC

1°) *MESURES GÉNÉRALES DE CARACTÈRE ENTOMOLOGIQUE OU ANTI PARASITAIRE*

A) Semis de graines traitées :

a) Contre la *Bactériose* : produit organomercurique *granopéra* ou *panogen*

b) Contre le Ver rose : Désinsectisation au *bromure de méthyle*

B) Mise en place des cultures a la bonne epoque :
Semis du 15 au 30 mars dans le Tadla
du 1 au 15 avril dans autres régions.

C) Semis au sommet des billons sur pré-irrigation pour *réduire la mortalité des plantules*

D) Augmentation de la densité du semis :
5 à 8 graines par poquet tous les 20 cm.

II°) *LUTTE CHIMIQUE*

E) Contre Taupins - Vers gris - Thrips

Réalisation, dans la mesure du possible, d'un traitement à l'*aldrine* au *semis,* localisation dans les poquets.
soit : 1 kg de Mat. Active/ha en enrobage des graines ou pulvérisation dans les poquets, 500 l eau/ha
ou bien : 2 kg de Matière Active/ha en insecticide - engrais : (5 % + 95 % à 50 kg/ha)

En conditions de bonne culture une augmentation de 3 quint. de coton graine/ha peut être obtenue par ce traitement.

F) Surveillance du développement de l'acariose

Une pulvérisation d'un insecticide systémique type métasystox à 100 cc/ 100 l eau peut être nécessaire dans certains cas sur égyptiens (bordures des parcelles, envahissement par le liseron des champs) et deux traitements de ce même produit sont indispensables sur américains.

G) Lutte contre l'*Earias*

a) *Tadla :*

1er traitement à partir du 10-15 juin : endrine 300 cc M.A./ha Pulv.
2me traitement : 20-25 juin : endrine 300 cc M.A./ha Pulv.
3me traitement : 30 juin - 5 juillet : endrine ou cryolithe selon climat de l'année.
4me traitement : 15-20 juillet : cryolithe 12 kg M.A./ha de préférence pulvérisation
5me traitement : 30 juillet - 5 août : cryolithe 12 kg M.A./ha de préférence pulvérisation

La généralisation des premiers traitements à toutes les cultures cotonnières doit permettre de réduire le nombre total des traitements.

b) *Zônes de climat plus tempéré :* Doukkala
Gharb
Triffas

1er traitement 25-30 juin : endrine 300 cc M.A./ha en pulvérisation
2me traitement 5-10 juil. : endrine 300 cc M.A./ha en pulvérisation
3me traitement 15-20 juil. : endrine 300 cc M.A./ha en pulvérisation

H) Lutte contre le Ver rose (*Platyedra*)

Dans toutes régions cotonnières :

a) *proscrire le récépage* des anciennes plantations

b) *suppression en novembre* de toute la partie aérienne des cotonniers : la méthode la plus rationnelle consisterait à réaliser l'opération en deux temps :

1° - dès la fin de la récolte les cotonniers sont sectionnés à la faucille à 10-20 cm au-dessus du sol, toutes les parties aériennes sont entassées immédiatement et sur place sans manipulations pour être incinérées dès leur dessiccation.

2° - les bas des tiges sont arrachés dès l'arrivée des pluies (houe, pince, etc. et utilisés comme combustible domestique.

Dans certaines régions fortement attaquées par le Ver rose :
— Nador
— Beni Moussa

c) *la lutte chimique* mixte *Anti Platyedra* + *Anti-Earias* peut être utilisée :

1er traitement entre le 5 et le 10 août : au gusathion 750 cc M.A./ha en pulvérisation

2me traitement entre le 20 et le 30 août : au gusathion 750 cc M.A./ha en pulvérisation

3me traitement éventuellement vers le 10-15 septembre : au gusathion 750 cc M.A./ha en pulvérisation

Le produit sevin à 1.000-1.500 gr M.A. se montre très prometteur.

La réalisation de l'ensemble de ces mesures phytosanitaires peut apporter, dans certaines régions et dans les cultures cotonnières bien conduites, une augmentation de production de l'ordre de 300 % (18 quintaux coton graine/ha au lieu de 6 à 7 quintaux dans les Beni Moussa).

Station de cotonnier du Tadla, Maroc.

Note reçue le 18 mai 1960.

Simone Dormal et P. Nangniot, *Phytiatrie-Phytopharmacie*, 10, 39-44, 1961.

ETUDE DE LA PERSISTANCE DES RÉSIDUS D'ÉTAIN ORGANIQUE SUR CÉLERIS FRAIS ET STÉRILISÉS (*)

par Simone DORMAL (**) et Paul NANGNIOT (***) +

La valeur et la durée de persistance des résidus d'étain organique furent établies sur feuillage et sur collets de céleris après traitement du légume par l'acétate de triphénylétain.

Le pourcentage de destruction subi par les résidus après stérilisation du légume fut déterminé sur les collets et les jus.

The amount and the persistence of residues of organic tin were established on leaves and stalks of celeries treated with triphenyltin acetate.

The percentage of destruction of the residues after sterilisation of the vegetable was determined on the stalks and juices.

OBJET DE L'ETUDE

Certains composés à base d'étain organique sont utilisés actuellement pour la lutte contre diverses maladies cryptogamiques des végétaux destinés à la consommation.

Dans le présent travail, nous avons déterminé la valeur et la durée de persistance des résidus d'étain organique sur céleris traités par une formulation commerciale à base d'acétate de triphénylétain. Nous avons, en outre, vérifié le taux de destruction subi par ces résidus après stérilisation du légume frais.

CONDITIONS EXPÉRIMENTALES

Traitements

Produit utilisé : BRESTAN, poudre mouillable titrant 20 % d'acétate de triphénylétain, soit 5,78 % d'étain élémentaire.

* Travail subsidié par l'Institut pour l'Encouragement de la Recherche Scientifique dans l'Industrie et l'Agriculture (I.R.S.I.A.)

** Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux.

*** Laboratoire de Chimie Analytique, Institut Agronomique, Gembloux.

+ Avec la collaboration technique de R. Graziano et M.L. Lallemand (Centre de Recherches de Phytopharmacie, Gembloux).

Dose d'emploi : 60 g. de formulation par are, soit 3,4 g. d'étain par are, en suspension dans 10 l. d'eau, ce qui représente 2 à 3 fois la dose courante d'emploi.

Champ d'application : pieds de céleris bien développés, d'une hauteur de 25 à 30 cm. Parcelles de 16 m².

Appareillage utilisé : pulvérisateur muni d'une rampe de 2 m. équipée de 4 têtes de jet éventail distantes du sol de 60 cm., travaillant à la pression de 3 kg/cm².

Lieu et date du traitement : Thorembais-les-Béguines, le 12 octobre 1959. Traitement effectué par le personnel de la Station de Phytopharmacie de l'Etat à Gembloux.

Prélèvements

Les prélèvements furent répartis sur une période de 18 jours, à des délais respectifs de 1 heure, 1, 3, 7, 10 et 18 jours après le traitement.

Les conditions climatiques furent relevées quotidiennement au cours de cette période. Les relevés en sont donnés dans le tableau 1.

Lors de chaque prélèvement, 12 céleris furent arrachés au hasard dans les parcelles traitées et 12 dans la parcelle témoin.

Le tiers des échantillons fut réservé à l'analyse sur légumes frais, les deux autres tiers à l'analyse après stérilisation.

Opérations de stérilisation

Ces opérations furent pratiquées par les soins du personnel de l'I.N.A.C.O.L. sous la direction de M. Lamort.

Après avoir éliminé le feuillage et les racines, les collets furent traités comme suit :

1. Lavage avec agitation pendant 5 minutes (32 l. d'eau pour 16 collets)
2. Chauffage pendant 9 minutes à 90°C dans 15 l. d'eau
3. Refroidissement
4. Parage et mise en bocaux de verre ½ standard après adjonction d'une solution à 2 % de sel de cuisine dans l'eau de ville
5. Autoclavage à 118,3°C pendant 37 minutes
6. Refroidissement.

MÉTHODE D'ANALYSE

Opérations préliminaires

Légumes frais

Immédiatement après leur prélèvement, les échantillons furent soumis aux opérations suivantes :

Le feuillage fut séparé des collets et les racines coupées et éliminées.

Les parts constituées par le feuillage furent mélangées, finement hâchées et mélangées à nouveau; des sous-échantillons de 25 à 50 g. en furent prélevés et extraits au chloroforme.

Les collets furent traités de la même façon.

Tableau 1 — *Conditions climatiques au cours de la période du 12 au 30 octobre 1959* (Station Météorologique de Gembloux, 14 km de Thorembais)

Dates (octobre 1959)	T° C à 10 cm du sol max.	min.	Heures d'insolation	Précipitations en mm
12 (x)	25.0	9.6	7.1	0.9
13 (x)	25.0	3.9	0.0	—
14	25.5	1.5	3.9	—
15 (x)	22.5	2.3	7.9	—
16	29.1	0.5	8.4	—
17	29.5	9.4	3.7	—
18	27.3	10.0	6.5	0.5
19 (x)	24.7	7.8	0.0	—
20	15.5	4.1	5.1	6.2
21	21.5	3.5	0.0	0.2
22 (x)	14.5	4.6	6.7	9.6
23	20.7	3.0	0.0	—
24	17.5	2.5	6.5	—
25	17.7	— 1.1	4.9	15.0
26	19.0	1.5	2.8	1.1
27	21.0	4.0	0.0	—
28	10.3	1.5	4.8	13.6
29	16.5	— 1.5	1.6	0.4
30 (x)	14.7	1.2	0.0	10.5

(x) indique les dates des prélèvements

Légumes stérilisés

Les contenus de 6 bocaux représentatifs du même lot d'échantillons furent mélangés et filtrés. La masse végétale constituée par les collets fut hachée et mélangée; des sous-échantillons de 200 g. en furent prélevés et extraits au chloroforme. D'autre part, des quantités de jus de 250 ml. furent soumises à des extractions similaires.

Dosage de l'étain

Les extraits chloroformiques furent traités, suivant la méthode de Gorbach et Bock (1), par une solution alcaline de tartrate disodique en vue d'éliminer les produits éventuels de décomposition de l'acétate de triphénylétain solubles dans l'eau, et ensuite minéralisés.

Les résidus de sulfate d'étain ainsi obtenus furent dissous dans l'acide chlorhydrique 5N et dosés par polarographie.

La courbe analytique fut établie à partir de la mesure du courant de diffusion de la vague $Sn^{2+} \rightarrow Sn_0$. L'électrode gouttante classique fut utilisée pour le dosage de l'étain en doses supérieures à 20 μg par 25 ml, la limite de sensibilité de la méthode étant de 0.4 μg par ml. Les doses inférieures à 20 μg furent mesurées à l'aide de l'électrode à goutte de mercure stationnaire imaginée par Vogel (2), la limite de sensibilité atteinte par cette technique étant de 0.04 μg par ml. L'étain présent dans les solutions est réduit au potentiel de -0,8 volt S.Ay.E. Après une électrolyse exactement mesurée de 5 minutes, le courant anodique de dissolution de l'amalgame Sn(Hg) est enregistré automatiquement au moyen d'un polarographe type Polarecord de METROHM, modèle E 261. Les courbes obtenues se présentent sous la forme de pics dont la hauteur est proportionnelle à la concentration entre les limites utilisées.

RÉSULTATS D'ANALYSES

Les résultats d'analyses sont colligés dans le tableau 2. Chaque valeur est la moyenne des résultats obtenus à partir de plusieurs déterminations effectuées sur deux sous-échantillons.

Tableau 2 — *Résidus d'étain organique sur céleris frais et stérilisés*

Délais en jours (x)	Légumes frais				Légumes stérilisés			
	p.p.m. étain		p.p.m. acétate triphénylétain		p.p.m. étain		p.p.m. acétate triphénylétain	
	feuil.	collets	feuil.	collets	collets	jus	collets	jus
0 (xx)	7.1	0.3	24.5	1.1	0.01	ind.	0.04	ind.
1	7.0	0.5	24.1	1.7	0.04	ind.	0.12	ind.
3	5.0	0.8	17.2	2.7	0.03	ind.	0.09	ind.
7	4.0	1.2	13.5	3.9	0.03	ind.	0.09	ind.
10	1.9	1.0	6.6	3.5	0.02	ind.	0.07	ind.
18	0.8	0.5	2.6	1.7	0.01	ind.	0.04	ind.

(x) entre le traitement et le prélèvement
(xx) 1 heure après le traitement
ind. = indécelable = inférieur à la limite de sensibilité de la méthode analytique.

Les valeurs obtenues en étain expriment les quantités d'étain présentes sur les végétaux, extractibles par le chloroforme et non éliminées par le traitement ultérieur au tartrate alcalin, c'est-à-dire, l'étain provenant des résidus d'acétate de triphénylétain et de son produit d'hydrolyse l'hydroxyde de triphénylétain. Ce dernier composé peut être éventuellement présent à l'état de traces sur les végétaux traités ou se former au cours des opérations analytiques sous l'action du tartrate alcalin.

Les combinaisons du diphénylétain provenant de la décomposition sous l'action de l'air et de la lumière des résidus d'acétate de triphénylétain et éliminées dans la phase alcaline n'ont pas été dosées. Il ressort du récent travail de KRÖLLER (3) que ces composés n'apparaissent en doses décelables sur céleris qu'à partir du 11^{me} jour après le traitement et n'atteignent une valeur significative que vers le 15^{me} jour.

Des analyses effectuées sur feuillages et collets non traités prouvèrent que l'étain minéral présent à l'état naturel dans les plantes n'est pas extrait par le chloroforme.

Les valeurs exprimées dans le tableau 2 en acétate de triphénylétain ont été calculées sur la base des résultats obtenus en p.p.m. d'étain, la teneur théorique en étain de l'acétate étant de 28,9 %.

DISCUSSION DES RÉSULTATS

L'examen des résultats met en évidence :

1) La présence de résidus assez abondants d'étain organique sur feuillage et relativement faibles sur collets immédiatement après le traitement;

2) Une décroissance lente de la valeur des résidus sur feuillages pendant les 7 premiers jours faisant suite au traitement, suivie d'une diminution plus rapide les jours suivants. Cette constatation peut être mise en parallèle avec la hauteur des précipitations; au cours des 7 premiers jours après le traitement, aucune chute de pluie ne fut enregistrée; à partir du 8^{me} jour, les pluies furent abondantes et presques quotidiennes (v. tableau 1);

3) Une teneur pratiquement constante des résidus sur collets pendant toute la période des prélèvements, vraisemblablement en raison d'une compensation de la disparition normale du produit par un apport de résidus provenant du lessivage du feuillage;

4) Une élimination de 92 à 98 % des résidus sur collets au cours des opérations de stérilisation du légume frais. Cette élimination peut être due au lavage précédant la cuisson du légume aussi bien qu'à l'hydrolyse des résidus par chauffage à haute température;

5) L'absence de résidus en doses décelables dans les jus baignant les légumes stérilisés.

CONCLUSIONS

Dans les conditions expérimentales de nos essais, le traitement des céleris par un fongicide à base d'acétate de triphénylétain a entraîné la présence de résidus assez abondants et persistants d'étain sur le feuillage et relativement faibles sur les collets du légume.

En l'absence de précipitations, la durée moyenne nécessaire à la disparition de 50 % (Rl_{50}) des résidus s'est révélée être de l'ordre de 7 jours. Elle est vraisemblablement réduite sous l'effet des précipitations.

Les opérations de stérilisation telles qu'elles sont décrites dans notre étude entraînent une élimination de 92 à 98 % des résidus d'étain sur collets. Aucun résidu ne fut décelé dans les jus.

La période de 6 semaines à observer entre le dernier traitement et la récolte, imposée en application de la réglementation belge, couvre la disparition quasi-totale des résidus d'étain organique sur céleris même par temps sec.

Remerciements

Les auteurs adressent leurs remerciements à M. le Professeur P. Martens, Directeur du Centre de Recherches de Phytopharmacie, pour les conseils prodigués au cours de cette étude, ainsi qu'à MM. Bruneau, Directeur, et Lamort, Chef de travaux à l'I.N.A.C.O.L. qui leur ont laissé la disposition d'échantillons stérilisés dans leur Institut.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(1) Gorbach S. und Bock R. - *Zeitschr. Anal. Chem.* 163, 6, 429-32 (1958)
(2) Vogel J. - Institut Polarographique de Prague. Travaux non publiés.
(3) Kroller E. - *Deustche Lebensmittel-Rundschau* 7, 190-3 (1960).

Centre de Recherches de Phytopharmacie et Laboratoire de Chimie analytique de l'Institut National Agronomique, Gembloux (Belgique).

Note reçue le 20 décembre 1960.

L'Imprimeur-Gérant M. LECERF, 22 à 26, rue des Bons-Enfants, Rouen

Imp. LECERF Rouen